

高齢競歩実践者におけるADL能力と転倒関連 体力との関連

木村, 克也 / HAYASHI, Yoichi / KIMURA, Katsuya / 林, 容市

(出版者 / Publisher)

法政大学スポーツ研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学スポーツ研究センター紀要 / 法政大学スポーツ研究センター紀要

(号 / Number)

36

(開始ページ / Start Page)

87

(終了ページ / End Page)

92

(発行年 / Year)

2018-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014569>

高齢競歩実践者における ADL 能力と転倒関連体力との関連

Relationships between ADL ability and fall-related physical fitness in older race walkers.

木村 克也 (法政大学スポーツ健康学部スポーツ健康学科)

Katsuya Kimura

林 容市 (法政大学文学部, 大学院スポーツ健康学研究科)

Yoichi Hayashi

要 旨

本研究は 60 歳以上で通常の運動習慣を有する者および競歩種目の技術を会得している者における現状の ADL 能力と転倒リスク、転倒関連体力を調査・測定し、両者の差異を検討することを目的とした。競歩の技術を会得した 60 歳以上の男女 14 名と、地域のスポーツクラブに参加している 60 歳以上の男女 16 名を対象に文部科学省体力テストにおける ADL 調査票、Demura's Fall Risk Assessment (DFRA) を用いて ADL 能力と転倒リスクを点数化し、10 m 歩行テスト、10 秒間椅子立ち上がりテスト、開眼片脚立ちテストを用いて転倒関連体力を測定し、各項目の群間差異を一要因の分散分析で比較した。その結果、ADL 能力と DFRA (転倒) の得点では統計的に有意な差は認められず、転倒リスクや ADL 能力に対して、競歩を実践することによる特別な効果はないことが示された。

本研究で使用した評価尺度では、競歩を遂行するにあたって重要な股関節伸筋群を適切に評価できなかった可能性が考えられる。また、歩行速度の向上は、ある閾値以上に到達すると ADL 能力の向上や転倒リスクの低減との関係性が変化し、相関が弱まる可能性が推察された。

キーワード：競歩, ADL 能力, 転倒リスク

I 緒言

高齢者の転倒は、多くの場合骨折などの受傷を伴い、特に下肢や体幹部の骨折が生じた場合には、寝たきり状態を引き起こす原因となることが問題視されている (安村, 1990; 酒井, 1991)。また 1990 年代以降、転倒の経験そのものがその後の本人の日常生活における活動性や活動範囲の制限を引き起こす、「転倒後症候群 (Murphy と Isaacs, 1982)」という現象が国際的に大きな問題となっている。これは、転倒によって生じる外出・交通手段利用に対する自信喪失や歩行時の不安によって、廃用症候群と生活活動性低下との悪循環 (眞野, 1999) が起こり、結果として寝たきり状態に陥る可能性が高まるというものである。

このような高齢者の転倒は、Activity of Daily Living (ADL) 能力や歩行能力と密接に関連している。高齢者の転倒危険因子には内的要因と外的要因が存在し (鈴木ら, 2003)、内的要因の「歩行能力の低下」は、転倒の相対リスクの第 3 位に挙げられている (American Geriatric Society et al., 2001)。転倒の相対リスク第 1 位である「筋力の低下」は「歩行能力の低下」と関連している (Rantanen ら, 1998) ことから、歩行能力を評価することは将来の転倒の発生を推測する上で非常に重要とされている (松田, 2012)。転倒経験のある人 (転倒群) とない人 (非転倒群) で歩容を比較すると、転倒群は歩行速

度が遅く、歩幅が小さいことが明らかにされている (Imms と Edholm, 1981)。歩容は加齢ともなって変化し、若年者と比較して高齢者の歩容は「歩行速度の低下」、「歩幅の短縮」、「股関節屈曲および伸展角度の減少」、「後脚の足関節底屈角度の減少と踵挙上の低下」、「前脚のつま先挙上の低下」、「上肢における前方への肩関節屈曲角度の減少、後方への肘関節進展角度の減少」、「上半身の前後動揺および前傾度の増大」、「遊脚期から踵接地時にかけてのつま先挙上高の低下」、「視線の低下」などの特徴を有するとされている (Murray, 1969)。

また、これまでに高齢者の転倒経験や転倒リスクに密接な関係がある因子として、ADL 能力の低下が挙げられている (Williams, 1998)。Demura ら (2011) は自立した地域高齢者を対象に過去 1 年間の転倒の有無、転倒の原因 (もつれる、つまずく、すべる、めまいがする、ふらつく)、転倒の方向 (前方、後方、側方)、外傷の有無 (上肢、下肢、体幹、頭部)、外傷の種類 (骨折、ねんざ、打ち身、擦り傷、なし)、ADL 能力 (文部科学省 ADL 調査票) について調査した結果、転倒した高齢者と転倒しなかった高齢者との間には有意な ADL 能力の差異が認めている。また、Yokoya ら (2007) は東京都健康長寿医療センター研究所 (都労研) 式転倒リスク評価表および文部科学省 ADL 調査票を用いて転倒リスクと ADL 能力との関係について検討している。都労研転倒リスク評価表によ

り「高転倒リスク者」と判定された群と判定されなかった群の間でADL能力を比較した結果、転倒リスクの高い高齢者の方が、ADL能力が劣っている傾向が認められた。また、高齢者の転倒リスクは、日常生活における自由歩行能力の高低に依存して変化することが報告されている（木藤ほか、2000）。この歩行能力の低下は、将来の要介護状態や全死亡、ADL障害の発生リスクを高めることも示唆されている（岡田ら、2011；Stanawayら、2011）。

高齢者が陸上競技競歩種目の技術を習得することによって、ADL能力や転倒リスクを減少させる可能性がある。競歩における歩き方の特徴的なルールとして、両足が同時に地面から離れる（ロス・オブ・コンタクト）ことなく歩くこと、前脚が接地の瞬間から垂直の位置になるまでに曲がってしまう（ベント・ニー）ことなくまっすぐに伸びていることが挙げられる競歩種目においては、この2つのルールに則って、いかに速く所定の距離を歩き切るかを競い、いずれも審判が目視で判定する。これらの競歩種目の動作には通常の歩行スキルとは違う技術要素が含まれており、それらによって選手は高い歩行速度で歩くことが可能になる（Paveiら、2014）。これによれば競歩動作時の踵接地期では「足首の背屈」、「膝の完全伸展」、「股関節の屈曲」が見られ、特に立脚中期では「足首が更に背屈」され、「膝が約10度程度過伸展」していることが示されている。また、足趾離地期では「足首の底屈」、「股関節の伸展」という特徴が存在している。これらの技術によって競歩のトップ選手らは20 kmの距離を14.5 km/hのペースで歩くことを可能にしていた。また、離地時間は約0.02秒から0.03秒であり、この離地を競歩審判員は目視で判定することができない。選手はこの短い離地時間と踵接地期から立脚中期における膝の伸展とを合わせて、「ベント・ニー」と「ロス・オブ・コンタクト」という2つの違反を回避しつつ、できるだけ速い速度で歩行している。

他方、高齢者と若年者との間には通常歩行において歩容にいくつかの差異が存在する（Immsら、1981）。これには「歩行速度の低下」、「歩幅の短縮」、「股関節屈曲および伸展角度の減少」、「前脚のつま先挙上の低下」などが挙げられ、加齢に伴って徐々に変化するが、その多くは競歩種目のルールに従った歩行の実施によって抑制、または改善される可能性がある。しかしながら、競歩動作の実践がADL能力や転倒リスク、転倒関連体力に及ぼす影響について検討した研究はこれまでにみられない。スポーツの動作に着目した先行研究においては、太極拳の実施によって転倒率が減少する可能性が示唆されている（金ら、2006）が、他種目の実施との関連については研究が進んでいない。競歩動作の実施とADL能力や転倒リスクとの関係が明らかになれば、転倒予防のために高齢者が実施する種目として競歩を新たに提示できる可能性がある。また、競歩の実施が高齢者の健康に影響を及ぼすかどうかを検討した研究も見当たらないことから、このような検討によって健康スポーツの1つとして競歩を推奨できるかもしれない。

そこで本研究では、歩行がメインの動作である競歩を実践する高齢者とその他の運動習慣を有する高齢者を対象に、ADL能力、転倒リスク、転倒関連体力の違いについて比較・検討を行った。

II 方法

1. 対象者および研究時期

競歩を実践している者として、競歩の元日本代表選手が競歩の技術を指導しているウォーキング講習会へ定期的に参加している60歳以上の自立した男女14名（68.6 ± 5.8歳、男性10名、女性4名）を対象とし、競歩群とした。また、通常の運動習慣を有する者として、地域のスポーツクラブに参加している60歳以上の自立した男女16名（68.4 ± 4.1歳、男性10名、女性6名）をコントロール群として設定した。これら両群ともに、2017年11月に調査を実施した。

2. 調査項目

1) 質問紙調査

全ての被験者に対して、フェイスシートに年齢（歳）、身長（cm）、体重（kg）を回答させた。これに続き、ADL能力の評価を目的として、文部科学省体力テストにおけるADL調査票を引用し、12項目に対して3件法を用いて回答を求めた。また、転倒リスクの評価には、易転倒性、身体機能、疾病・身体症状、環境、行動・性格の5つのリスク要因を評価するDemura's Fall Risk Assessment (DFRA, Demuraら、2010)を用いた。このDFRAは50項目にそれぞれに対して「はい」または「いいえ」の2件法で回答を求めるものであった。

2) 体力測定

全ての被験者に対し、以下の3種類の体力測定を行わせ、転倒関連体力の情報を得た。対象者に怪我がないように計測の前には十分に準備運動をさせ、体調不良が生じないように休憩などにも配慮した。

(1) 10 m 通常歩行テストおよび10 m 最大歩行テスト

直線14 mを計測し、0 mから2 m地点、12 mから14 m地点の合計4 mを予備区間としてコースを作成した。対象者には始めに14 mを通常歩行速度で歩行させた後、主観的な疲労度がなくなるまで休息を取ってから自身ができる最大の歩行速度で14 mの歩行を行わせた。それぞれの歩行において、予備区間の合計4 mを除く10 mを歩くのに要した時間（秒）を小数点第一位まで計測した。どちらの群にも事前説明として「通常歩行」は「皆さんが普段日常生活で歩いているのと同じ速さで」、「最大歩行」は「皆さんが可能な最も速い速さで」と指示した。測定に際して、競歩群の対象者から「最大歩行の際、競歩の技術を用いても良いか」という旨の質問があったが、「用いても用いなくても構わない、ご自身が速いと思う歩行方法で」と回答した上で実際の歩行を行わせた。

(2) 30 秒間椅子立ち上がりテスト

対象者が座位から立位に姿勢を変え、再び立位から座位に戻るまでを1回として数え、それを30秒間反復させて、その回数を計測した。椅子は高さ50 cmのものを使用した。対象者には基本座位姿勢として胸の前で腕をクロスさせ、背もたれに背中がつかないように浅く座らせ、下肢が地面に対して垂直になるように座らせた。立位は膝関節、股関節が完全に伸展した時点と定義し、座位は椅子に臀部が接触した時点と定義した。30秒が経過した時点で試技の途中だった場合(座位以外の姿勢)はその試技も1回として認めた。テストの開始前には、十分に実施方法を説明し、数回の試技練習を行わせて上で測定を実施した。

(3) 開眼片脚立ちテスト

対象者に眼を開いた状態で片脚立ちをさせ、片脚姿勢を保持できた時間を計測した。最長の計測時間は120秒とし、支持足は左右両方で1回ずつ計測した。片脚の姿勢は「両手を腰に当てる」、「軸脚に浮かせている脚を当てない」、「軸脚の膝は伸ばす」と定義し、「左右どちらかの手が腰から離れる」、「軸足に浮かせている脚を当ててバランスを取る」、「軸側の足が最初の位置から動く」のいずれかが確認された時点で終了とした。測定開始から終了時点までの時間を1秒単位で記録し、各対象者の成績とした。

4) 倫理的配慮

調査に先立ち、対象者には口頭及び書面で、研究目的、概要を説明した。また本研究に参加するかは自由に決定することができ、同意した後でもいつでも同意を取り消すことができることを伝え、参加・協力の同意を得た。同意後、上記の

測定・調査に参加してもらった。

5) 統計処理

統計処理は、IBM社製統計ソフトSPSS Statistic ver. 24を用いて行った。項目間の関係をピアソンの相関係数を算出して評価し、本研究における対象者全体の傾向を把握した。また、競歩群とコントロール群との間の各項目は一要因の分散分析を行い両者の差異について比較検討をした。有意水準はいずれも5%とした。なお、P値については、原則本文中には小数点以下第2位まで実値を示し、値が0.01より小さい場合には「 $P < 0.01$ 」と示した。本研究においては特別な指示がない限り、統計値は平均値±標準偏差で示した。

III 結果

1. 歩行速度とADL能力、転倒リスクとの関連

各項目間で得られた相関係数を表1に示す。10 m最大歩行テストとCS-30とでは中程度の有意な負の相関が認められた($r = -0.53, P < 0.01$)。同様に、10 m最大歩行テストと開眼片脚立ちとでは、右脚支持で中程度の負の相関($r = -0.46, P = 0.01$)、両脚合計では弱い負の相関が認められた($r = -0.38, P = 0.04$)。また、ADL能力とでは中程度の負の相関が認められた($r = -0.49, P = 0.01$)。10 m通常歩行テストとCS-30の間には中程度の有意な負の相関が認められた($r = -0.53, P < 0.01$)。また、ADL能力($r = -0.53, P < 0.01$)、転倒リスクの合計得点($r = 0.55, P < 0.01$)との間に有意な相関係数が得られた。

また、本研究においては、10 m通常歩行テストの結果とDFRAの得点のうち、特に「身体機能」、「疾病・身体症状」の項目で有意な正の相関を示した。他方、これらの「身体機能」、「疾病・身体症状」の2項目は10 m最大歩行テストとは

表1 被験者における歩行テストとその他変数との相関関係

	10m最大歩行テスト	10m通常歩行テスト	
体力テスト	30秒間椅子立ち上がりテスト	-0.53 ($P < 0.01$) *	
	開眼片脚立ち/右	-0.46 ($P = 0.01$) *	-0.31 ($P = 0.10$)
	開眼片脚立ち/左	-0.22 ($P = 0.24$)	-0.08 ($P = 0.70$)
	開眼片脚立ち/合計	-0.38 ($P = 0.04$) *	-0.22 ($P = 0.26$)
ADL能力	ADL項目合計	-0.49 ($P = 0.01$) *	-0.53 ($P < 0.01$) *
	転倒経験	-0.17 ($P = 0.36$)	-0.08 ($P = 0.70$)
転倒	転倒リスク合計	0.19 ($P = 0.32$)	0.55 ($P < 0.01$) *
	易転倒性	0.18 ($P = 0.35$)	0.34 ($P = 0.07$)
	身体機能	0.25 ($P = 0.18$)	0.38 ($P = 0.04$) *
	疾病・身体症状	0.31 ($P = 0.10$)	0.72 ($P < 0.01$) *
	環境	0.09 ($P = 0.09$)	0.04 ($P = 0.84$)
	行動・性格	-0.68 ($P < 0.01$) *	-0.44 ($P = 0.01$) *

*: $P < 0.05$

有意な相関を示さなかった。

2. 競歩実践者における体力の特徴

本研究における測定項目の結果を表2に、調査項目の結果を表3に示す。10 m 最大歩行テストで要した時間は両群間で有意な差が認められた ($P < 0.01$)。同様に、10 m 通常歩行テストで要した時間は両群間で有意な差が認められた ($P < 0.01$)。また、CS-30の結果は両群間に有意な差が認められた ($P = 0.03$)。右脚支持の開眼片脚立ちテストにおいても両群間で有意な差が認められた ($P = 0.02$)。他方、左脚で支持した場合には、競歩群とコントロール群との間に有意な差は認められなかった ($P = 0.37$)。右足支持での実施と左足支持での実施を合計した場合には両者の間に有意な差は認められなかった ($P = 0.08$)。文部科学省 ADL テストの得点では、競歩群とコントロール群との間に有意な差は認められなかった ($P = 0.10$)。また、DFRA のハイリスク回答点数においても、競歩群とコ

ントロール群との間に有意な差異は認められなかった ($P = 0.69$)。同様に、DFRA の易転倒性 ($P = 0.30$)、身体機能 ($P = 0.42$)、疾病・身体症状 ($P = 0.29$)、環境 ($P = 0.45$) の各ハイリスク回答点数においては、競歩群とコントロール群との間に有意な差異は認められなかった。DFRA の中では唯一、行動・性格を示すハイリスク回答点数においてのみ両群間に統計的に有意な差異が認められた ($P < 0.01$)。

IV 考察

1. 歩行速度と ADL 能力、転倒リスクとの関連について

本研究の結果、10 m 最大歩行および通常歩行テストの両者と CS-30 との間に中程度の有意な負の相関が ($r = -0.53, P < 0.01$)、10 m 最大歩行テストと開眼片脚立ちとの間には右脚支持で中程度の負の相関 ($r = -0.46, P = 0.01$) が認められている。本研究における歩行能力と脚筋力の影響を受ける測定項目との間に得られた結果は、従来の研究の結果を支持するものと

表2 競歩群およびコントロール群における 10 m 歩行テスト、30 秒間椅子立ち上がりテストおよび開眼片脚立ちテストの差異

種目群	n	10m歩行テスト (秒)		30秒間椅子 立ち上がりテスト : CS-30 (回)	開眼片脚立ちテスト (回)		
		最大	通常		右	左	合計
競歩	14	3.6 ± 0.6*	5.3 ± 0.5*	24.4 ± 6.2*	76.8 ± 45.9*	66.4 ± 48.8	143.2 ± 84.9
コントロール	16	4.9 ± 0.4	6.1 ± 0.7	20.4 ± 2.8	39.4 ± 36.1	49.9 ± 47.8	89.3 ± 72.8

* : コントロール群と比較して有意な差異

表3 競歩群およびコントロール群における ADL 能力および転倒リスク評価得点の差異

種目群	n	ADLテスト (点)	Demura's Fall Risk Assessment (点)					
			合計	易転倒性	身体機能	疾病 身体症状	環境	行動性格
競歩	14	33.6 ± 2.0	9.5 ± 3.5	0.6 ± 0.6	2.2 ± 1.9	2.3 ± 1.9	1.0 ± 0.8	3.4 ± 0.7*
コントロール	16	31.9 ± 3.1	10.1 ± 4.6	0.9 ± 0.9	2.9 ± 2.7	3.1 ± 2.2	0.8 ± 0.5	2.4 ± 0.9

*: コントロール群と比較して有意な差異

判断される。また、これらの歩行能力は、ADL 能力 ($r = -0.53, P < 0.01$) や転倒リスクの合計得点 ($r = 0.55, P < 0.01$) との間にも有意な相関を示している。下肢筋力のレベルは歩行速度に影響を及ぼすことから、日常生活を成就する能力である ADL 能力を維持するためには、下肢の筋力レベルを維持し、歩行能力の低下を抑制することが有用であると推察される。

また、本研究においては 10 m 「通常」歩行テストの結果が DFRA の得点のうち、特に「身体機能」、「疾病・身体症状」の項目で有意な正の相関係数が認められた。他方、これらの 2 項目は 10 m 「最大」歩行テストとは相関を示していない。この結果から高齢者の転倒関連体力を、歩行能力を指標として測定する際には、最大努力でのパフォーマンスよりも通常のパフォーマンスで評価した方が適切である可能性を示唆している。前期高齢者では最大歩行速度、後期高齢者では通常歩行速度が ADL 障害の予測因子として有益であるという報告 (新開ら、2000) もあり、高齢者の体力を最大能力で評価するのは一考の余地がある。さらに、「行動・性格」の項目が両歩行テストの結果と負の相関を示したことから、歩行能力が高い人ほど自分は転倒をしないと過剰な自己評価をしている可能性も示唆された。

2. 競歩実践者における体力の特徴について

本研究ではコントロール群、競歩群を問わず、歩行能力と転倒リスクとは有意な相関関係を示した一方、両群の間において行動・性格の項目以外の DFRA 得点には統計的な差が認められなかった。このことから、競歩の独特な歩行特性が ADL 能力や転倒リスクに及ぼしている影響は小さいことが示された。このような結果が得られた可能性の 1 つとして、歩行速度には一定の高さに到達すると ADL 能力の向上や転倒リスクの低減に寄与しなくなる閾値が存在することが考えられる。つまり、今回使用した文部科学省の ADL 項目は高齢者の体力水準を定量化して評価するものではなく、体力の高さを適切に評価するための指標ではない。同様に、DFRA は転倒に関連した問題点を明らかにするものであり、高い体力水準を有する高齢者が有する転倒関連因子の測定には不適であったと推察される。本研究においては、競歩のトレーニングによる高齢者の ADL や転倒予防因子への影響について検討を行ったため、それに応じた指標を用いている。しかし、日常から競歩を実践している高齢者においては、今回用いた指標の適合度が高くなく、それにより競歩およびコントロールの両群間で差異が生じなかったと推察される。

また、競歩選手は立脚中期から足趾離地期にかけての股関節の伸展を伴って高い速度を獲得する (Pavei ら、2014)。そのため本研究の競歩群も同じ歩行特性を持っていた可能性が高い。股関節伸展動作で主に動員されるのは大臀筋やハムストリングス筋群など背部の筋肉である。人間が転倒する場面として歩行時に僅かな段差に躓く、階段で足を上げ切れずに上の段の側面から躓くといった状況が想定されるが、そこで問題になるのは股関節の屈曲動作である。加えて、ハムストリ

ングスや臀部は姿勢制御戦略で重要な役割を持つが、本研究で使用した評価表ではその要素を十分に評価できなかった可能性が考えられる。

健康成人には立位姿勢の制御戦略として足関節戦略、股関節戦略、ステッピング戦略の 3 種類の運動パターンがあり、このうち股関節戦略は地面が柔軟で足より小さいときや、より大きくかつ速い外乱への反応として現れる (Horak ら、1989)。しかし、今回用いた ADL 項目や DFRA には股関節戦略を用いなければならないほどの外乱を想定した質問が含まれていないため、適切に評価できなかったと推察できる。さらに、今回の調査では DFRA の行動・性格の項目はコントロール群と比較して競歩を実践している高齢者の方が得点は高く、両者の間に有意な差異が認められている。行動・性格の項目のうち特に「危険行動」の要因を示す項目で得点が高かったことから鑑みると、競歩群の方が普段から転倒のリスクが高い行動を取っている可能性も示唆された。

本研究では高齢者の現状の ADL 能力や転倒リスクについてのみ評価しており、その後の予後や疾病の発症について検討したわけではない。それに加えて、競歩に取り組む健康成人が通常歩行 (日常生活における歩行) でどのような歩容で歩くかなどはまだ検討されておらず、競歩に取り組むことによる健康に対する長期的な効果を評価できていない。今後競歩が現代人の健康にどのような関係性を有するのかを検討することで、新たなウォーキングの形を社会に提示できる可能性がある。また、本研究では歩行テストを実施する際に試技の撮影を行っていないため、詳細な対象者の歩容分析を行っていない。今後、高齢の競歩実践者と通常の運動習慣を持つ者との歩容を比較しながら転倒リスクを評価することによって、転倒リスクに関わる重要な歩行特性が見つかる可能性がある。

注) 本研究は、「2017 年度法政大学スポーツ健康学部卒業論文」として提出された内容に、新たな分析と結果および考察を加筆したものである。

引用文献

- American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention (2001) Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49:664-672.
- Demura S, Yamada T and Kasuga K (2011) Severity of injuries associated with falls in the community dwelling elderly are not affected by fall characteristics and physical function level. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55 (1) : 186-189.
- 出村慎一, 佐藤進, 山次俊介, 野口雄慶, 中田征克, 北村保, 山田孝禎, 内山応信, 松田繁樹, 林容市, 稲垣敦, 佐藤敏郎, 重松良祐, 石原一成, 中谷敏昭, 長澤吉則 (2012) 地域高齢者のための転倒予防 - 転倒の基礎理論から介入実践まで.

- Horak FB, Charlotte LS and Mirka A (1989) Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Newrobiology of aging* Vol.10 pp.727-738.
- Imms FJ and Edholm OG (1981) Studies of gait and mobility in the elderly. *Age and Ageing* 10, 147-156.
- 金信敬, 黒澤和生 (2006) 太極拳運動による地域高齢者の身体機能向上及び転倒予防に関する研究 - 地域女性高齢者を対象として - *理学療法科学* 21 (3) : 275-279.
- Marphy J and Isaacs B (1982) Post-Fall Syndrome. *Gerontology* 28:265-270.
- 松田憲亮, 中原雅美, 永井良治, 金子秀雄, 木原太史, 伊藤憲一, 堀川悦夫 (2012) 地域在住女性高齢者の転倒予防教室で用いる評価項目の有用性 *理学療法科学* 27 (6) :635-639.
- Murray MP, Kory R and Clarkson BH (1969) Walking patterns in healthy old men. *Journal of Gerontology*, 24-2, p169-178.
- 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, 伊藤稔 (2002) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性 *体育学研究* 47: 451-461.
- 岡田真平, 朴相俊, 久堀周治郎 (2011) 在宅自立高齢者の要介護, 重度化, 生命予後を予測する最大歩行速度の検討 *信州公衆衛生雑誌* 6 (1) , 26-25.
- Pavei G, Cazzola D, La Torre A and Minetti AE (2014) The biomechanics of race walking: Literature overview and new insights. *European Journal of sport Science* Vol.14, No7, 661-670.
- Rantanen T, Guralnik JM, Izmirlian G, Williamson JD, Simonsick EM, Ferrucci L and Fried LP (1998) Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*: 77-4p299-305.
- 新開省二, 渡辺修一郎, 熊谷修, 吉田祐子, 青柳幸利, 鈴木隆雄, 柴田博 (2000) 高齢者の活動的余命の予測因子としての 5m 歩行速度 *Research in Exercise Epidemiology* Vol.2 (supplement) :32~38,2000.
- Stanaway FF, Gnjidic D, Blyth FM, Le Couteur DG, Naganathan V, Waite L, Seibel MJ, Handelsman DJ, Sambrook PN and Cumming RG (2011) How fast does the Grim Reaper walk? Receiver operating characteristics curve analysis in healthy me aged 70 and over. *BMJ*;343:d7679 doi.
- 鈴木隆雄 (2003) 転倒の疫学 *日本老年医学会雑誌* ; 40:85-94.
- Tinetti ME and Williams CS. (1998) The effect of falls and fall injuries on Functioning in community-dwelling older persons. *Journal of gerontology: Medical sciences* Vol. 53A, No.2, M112-M119.
- Yokoya T, Demura S and Sato S (2007) Relationships physical activity, ADL capability and fall risk in community-dwelling Japanese elderly population. *Environmental Health and Preventive Medicine* 12, 25-32.